

ОТЗЫВ

научного руководителя д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Информационно-управляющие комплексы летательных аппаратов» МАИ Евдокименкова Вениамина Николаевича на диссертацию Ляпина Никиты Александровича на тему: «Разработка и исследование алгоритма гарантирующего управления траекторией беспилотного летательного аппарата на основе игрового подхода», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

В диссертации Ляпина Н.А. рассматривается актуальная техническая задача синтеза управления траекторией беспилотного перехватчика на этапе выведения в район применения авиационных средств поражения.

Замечу, что создание беспилотного летательного аппарата-перехватчика (БЛА-перехватчика), предназначенного для завоевания господства в воздухе является одной из наиболее амбициозных задач в области развития беспилотной авиации. Работы по теме беспилотных истребителей-штурмовиков, или как их еще называют беспилотных боевых самолетов активно проводятся в ряде ведущих стран мира, В частности, американское Агентство по перспективным оборонным разработкам (DARPA) в качестве одной из приоритетных целей выделяет создание новых БЛА-истребителей, которые будут способны «решать задачи по уничтожению себе подобных – других беспилотных летательных аппаратов различного назначения».

Несмотря на понимание специалистами в области авиационных беспилотных систем важности создания БЛА-перехватчиков, работы в этом направлении пока далеки от завершения, что обусловлено прежде всего сложностью разработки алгоритмов управления подобными объектами.

Именно это обстоятельство, по моему мнению, обуславливает актуальность диссертационной работы Ляпина Н.А., в которой предлагается оригинальное решение задачи синтеза траекторией движения БЛА-перехватчика на основе игрового подхода.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка.

Во введении проводится анализ современного состояния исследований в области боевых беспилотных систем, который сопровождается многочисленными ссылками на работы отечественных и зарубежных специалистов в данной предметной области. Автор обосновывает и формулирует основные положения, определяющие актуальность решаемой задачи, проводит обзор основных разделов работы, а также анализ полученных результатов с оценкой их научной новизны и практической значимости. Приведенные во введении библиографические ссылки на собственные работы автора указывают на глубину проработки материалов диссертационной работы, их научную и прикладную значимость.

В первой главе диссертационной работы на основе анализа отечественных и зарубежных библиографических источников обосновано наличие необходимых технических предпосылок для создания беспилотного истребителя, приведены основные тактико-технические требования, предъявляемые к летательным аппаратам подобного целевого назначения.

Существенное внимание в первой главе диссертационной работы уделяется анализу современных подходов к решению задач управления беспилотными летательными аппаратами, участвующими в операции отражения воздушного налета, формулируются недостатки, присущие традиционным подходам.

Материалы, представленные в первой главе, убедительно доказывают необходимость развития игрового подхода в процессе синтеза управления траекторией БЛА-перехватчика. Действительно, перспективный беспилотный перехватчик является уникальным объектом, который по своей сложности и стоимости приближается к пилотируемому аппарату подобного класса. Это обстоятельство ограничивает возможность использование классических методов управления, применяемых, например, для наведения зенитных ракет. Перспективный БЛА-перехватчик может стать объектом атаки воздушного противника, а значит, возникает объективная необходимость использования

игровой постановки задачи синтеза управления.

Во второй главе диссертационной работы представлена математическая постановка задачи синтеза гарантирующего управления траекторией беспилотного перехватчика, базирующаяся на описании конфликтующих самолетов в пространстве относительных координат. В рамках подобной постановки задача синтеза управления траекторией движения БЛА-перехватчика на этапе его выхода в район применения АСП сведена к традиционной задаче синтеза гарантирующего управления для линейной динамической системы с квадратичным критерием качества управления.

Известные решения подобной задачи опираются на предположение о том, что продолжительность процесса управления каким-то образом задана. Подобное предположение ограничивает непосредственное использование известных теоретических результатов для решения рассматриваемой задачи синтеза управления траекторией БЛА-перехватчика, поскольку в условиях реальной воздушной дуэли продолжительность процесса маневрирования не задана и должна определяться с учетом сложившейся ситуации.

Учитывая это, в диссертационной работе предложен метод определения расчетной продолжительности процесса маневрирования игроков из условия существования седловой точки в рассматриваемой игровой задаче

Третья глава диссертации посвящена решению задачи синтеза управления, реализующего маневры преследования воздушного противника. Подобная задача возникает тогда, когда объектом атаки БЛА-перехватчика является разведывательный БЛА противника. В рамках рассматриваемой постановки задачи получен закон управления, обеспечивающий позиционное преимущество атакующего БЛА.

В четвертой главе рассмотрено решение задачи синтеза гарантирующего управления траекторией БЛА при выполнении маневра уклонения от атаки воздушного противника.

Результаты теоретических исследований, представленные в третьей и четвертой главах диссертационной работы, подкреплены результатами имитационного моделирования, которые представляют самостоятельный

интерес. Прикладная ценность этих результатов проявляется в том, что впервые применительно к беспилотному летательному аппарату проведена совместная оценка влияния тактически значимых показателей маневренности («приемистость», «скороподъемность», «поворотливость»), а также характеристик располагаемых на нём авиационных средств поражения на достижения позиционного преимущества в условиях ближнего воздушного боя.

Необходимо подчеркнуть, что описанные в диссертационной работе алгоритмы гарантирующего управления пока не предполагают бортовой реализации. Ценность описанного в диссертационной работе метода синтеза гарантирующего управления траекторией беспилотного перехватчика заключается в том, что он предлагает формализованную основу для формирования научно-обоснованных требований к маневренным характеристикам перспективного БЛА, располагаемому на нём бортовому радиоэлектронному оборудованию (БРЭО) и авиационным средствам поражения (АСП). Выполнение этих требований позволяет обеспечить позиционное преимущество БЛА-перехватчика с точки зрения последующего использования АСП.

В продолжении всего периода подготовки диссертационной работы Ляпин Н.А. демонстрировал высокий профессиональный уровень, научную эрудицию, владение математическим аппаратом и современными программными средствами. Большая личная заслуга Ляпина Н.А. состоит в том, что сложная техническая задача синтеза управления траекторией беспилотного перехватчика в условиях активного противодействия противника сведена (с сохранением её существенных технических особенностей) к задаче синтеза гарантирующего управления линейной динамической системой, оптимизируемой по квадратичному критерию, для которой существует теоретически строгое решение и доказано существование седловой точки.

Данная диссертация явилась результатом многолетних исследований, проводимых коллективом специалистов Института №7 МАИ при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. В течение всего

периода работы Ляпин Н.А демонстрировал умение работать в коллективе, способность предложить и обосновать оригинальное решение технической задачи и способ его алгоритмической и программной реализации.

Результаты диссертационной работы уже сегодня активно используются в учебном процессе Института №7, в лекционных, практических и лабораторных занятиях.

Автореферат полностью передает содержание диссертационной работы.

Суммируя изложенные выше соображения, полагаю, что Ляпин Н.А. является вполне сложившимся специалистом, в полной мере достойным присуждения ученой степени кандидата технических наук. Выполненная им диссертационная работа является завершенным научным исследованием, содержащим оригинальное решение актуальной технической задачи синтеза гарантирующего управления траекторией движения БЛА, ориентированного на перехват воздушных целей. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям (пункты 8, 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»).

Учитывая научно-квалификационный уровень Ляпина Н.А., качество представленной диссертационной работы считаю, что Ляпин Н.А. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и космическая техника)»

Научный руководитель,
д.т.н., профессор



В.Н. Евдокименков

25.02.2021

Подпись В.Н. Евдокименкова заверяю:

директор дирекции Института № 7 МАИ



А.В. Кривилев